

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-013295

(43)Date of publication of application : 14.01.2000

(51)Int.Cl.

H04B 7/185

(21)Application number : 10-174228

(71)Applicant : VICTOR CO OF JAPAN LTD

(22)Date of filing : 22.06.1998

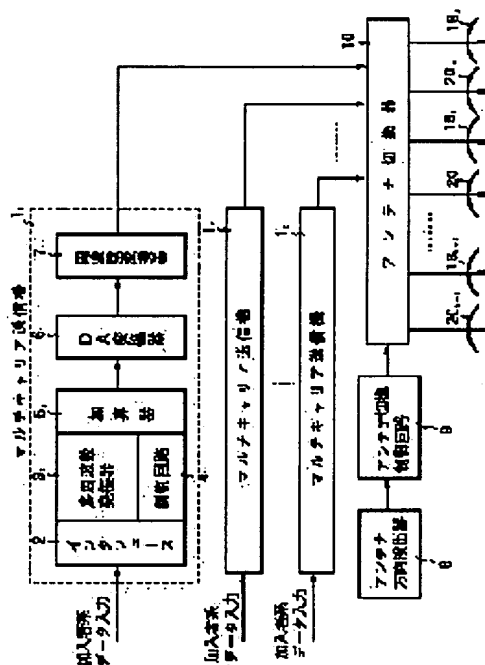
(72)Inventor : TAKAHASHI NOBUAKI

## (54) RADIO COMMUNICATION SYSTEM AND SYNCHRONIZATION MULTI- CARRIER MULTI-BEAM TRANSMITTER

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a radio communication system that utilizes effectively frequencies without the need for much precision for position control of a flying body and to provide a synchronization multi-carrier and multi-beam transmitter that uses a multi-beam antenna array.

**SOLUTION:** In the radio communication system where an airship is resident in the stratosphere, deviation in the directivity characteristic is corrected for a beam position error due to a position shift of the airship by selectively using k-sets of parabolic antennas with directivity closest to a cell going to be sent among parabolic antennas  $180-18k+1$  and  $200-20k+1$  or by feeding simultaneously pluralities of the parabolic antennas. An information rate is decreased by sending a multi-carrier signal from multi-carrier transmitters  $11-1k$  so as to reduce a timing error in time division transmission reception and selection of the antennas is made for a guard interval period to reserve stable transmission channels.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

30.03.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

# Best Available Copy

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-13295

(P 2000-13295A)

(43) 公開日 平成12年1月14日 (2000.1.14)

(51) Int. Cl. 7

H04B 7/185

識別記号

F I

H04B 7/185

テマコード (参考)

5K072

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全11頁)

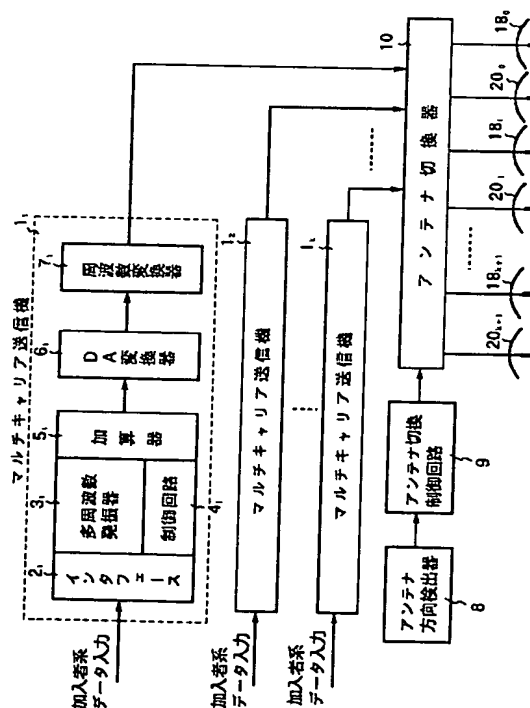
(21) 出願番号	特願平10-174228	(71) 出願人	000004329 日本ビクター株式会社 神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地
(22) 出願日	平成10年6月22日 (1998.6.22)	(72) 発明者	高橋 宣明 神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地 日本ビクター株式会社内
		(74) 代理人	100085235 弁理士 松浦 兼行
		F ターム (参考)	5K072 BB02 BB14 BB22 CC03 CC13 DD03 DD05 DD06 DD15 DD17 EE25 FF06 FF22 FF23 GG02 GG14 GG34 GG37

(54) 【発明の名称】 無線通信システム及び同期マルチキャリアマルチビーム送信装置

(57) 【要約】

【課題】 成層圏無線プラットフォームを用いた従来システムでは、狭いビーム幅を用いると飛行船の位置ずれによるビーム位置誤差が生じ、良好な通信路を確保することができず、小さなセル配置を実現できず、周波数の利用効率が悪い。

【解決手段】 成層圏に飛行船を滞留させた無線通信システムにおいて、飛行船の位置ずれによるビーム位置誤差を、パラボラアンテナ18...18<sub>n</sub>、パラボラアンテナ20...20<sub>n</sub>のうち、送信しようとするセルに対して最も近い指向性を有するk個のパラボラアンテナを選択使用することにより、あるいは複数のパラボラアンテナを同時給電することにより指向特性のずれを補正する。マルチキャリア送信機1...1<sub>k</sub>からのマルチキャリア信号を送信することにより、情報速度を低くし、時分割送受信におけるタイミング誤差を小さく抑えると共に、アンテナ切換はガードインターバル期間とすることで安定した伝送路を確保する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 成層圏に滞留する飛行船等の飛行体から高周波数帯でデジタル情報信号を地上へ無線送信する無線通信システムにおいて、

互いに異なる周波数の信号を受信する地上の受信領域である複数のセルからなるエリアを、隣接する前記エリアの前記セル同士も異なる周波数の信号を受信するように繰り返して用いる配置とし、複数の加入者系データを、前記エリア内の複数のセルに対応した数で、前記高周波数帯の互いに異なる周波数のマルチキャリア信号に変換し、これら複数のマルチキャリア信号を一組としたとき送信しようとする前記エリアの数の組数だけ前記複数のマルチキャリア信号を生成して、前記送信しようとするエリアを構成するすべてのセルに個別にビームを投影して送信するに際し、前記送信しようとするエリアを構成するすべてのセル以上の数のビームアンテナの方向を検出し、前記ビームアンテナのうち送信しようとするセルに最も近い位置に指向性のあるビームアンテナを選択使用して、前記飛行体から前記送信しようとするエリアを構成するすべてのセルに前記マルチキャリア信号を送信することを特徴とする無線通信システム。

【請求項 2】 隣接する前記セルとセルの境界に中点を持つ仮想セルを定義し、前記ビームアンテナに加えて、前記送信しようとするエリアを構成するすべてのセル以上の数の前記仮想セル用ビームアンテナを用意し、前記ビームアンテナ及び前記仮想セル用ビームアンテナのうち、送信しようとするセルに最も近い位置に指向性のあるビームアンテナ又は前記仮想セル用ビームアンテナを選択使用して、前記飛行体から前記送信しようとするエリアを構成するすべてのセルに前記マルチキャリア信号を送信することを特徴とする請求項 1 記載の無線通信システム。

【請求項 3】 前記ビームアンテナの選択使用に代えて、前記ビームアンテナのうち複数のビームアンテナに同時に同一の前記マルチキャリア信号を供給し、これら複数のビームアンテナの合成ビームにより、前記送信しようとするエリアを構成するすべてのセルに前記マルチキャリア信号を送信することを特徴とする請求項 1 記載の無線通信システム。

【請求項 4】 前記マルチキャリア信号はガードインターバル期間を有し、前記ビームアンテナを選択使用の切り換えは、前記ガードインターバル期間を用いて行うことを特徴とする請求項 1 記載の無線通信システム。

【請求項 5】 前記飛行体に基準信号を送信する基準信号発信局を、2つの前記セル以上の所定の間隔で複数地上に設置し、これら複数の基準信号発信局に対して指向性を持つ基準信号用ビームアンテナと、前記複数の基準信号発信局の周囲のセルに指向性を持つ周辺用ビームアンテナの各受信信号レベルを比較することにより、前記マルチキャリア信号送信用ビームアンテナの地上に対す

る位置誤差を算出し、得られた位置誤差に基づいて前記マルチキャリア信号送信用ビームアンテナを選択使用して前記飛行体から前記送信しようとするエリアを構成するすべてのセルに前記マルチキャリア信号を送信することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の無線通信システム。

【請求項 6】 成層圏に滞留する飛行船等の飛行体に搭載されており、高周波数帯の複数の同期したマルチキャリア信号を地上へ無線送信する同期マルチキャリア送信装置であって、

互いに異なる周波数の信号を受信する地上の受信領域である複数のセルからなるエリアを、隣接する前記エリアの前記セル同士も異なる周波数の信号を受信するように繰り返して用いる配置としたとき、送信しようとする前記エリアを構成するすべてのセル以上の数だけ設けられており、前記送信しようとするエリアを構成するすべてのセルそれぞれに個別にビームを投影するアンテナの集合体である第 1 のビームアンテナアレーと、複数の加入者系データを、前記エリア内の複数のセルに対応した数で、前記高周波数帯の互いに異なる周波数のマルチキャリア信号に変換し、これら複数のマルチキャリア信号を一組としたとき送信しようとする前記エリアの数の組数だけ前記複数のマルチキャリア信号を生成するマルチキャリア送信機と、

前記第 1 のビームアンテナアレーによる前記セルに対するビーム投影位置と前記セルとの位置ずれを検出するアンテナ方向検出手段と、

前記アンテナ方向検出手段の検出結果に基づき、前記第 1 のビームアンテナアレーを構成するアンテナのうち送信しようとするセルに最も近い位置に指向性のあるアンテナを選択使用して、前記マルチキャリア送信機からのマルチキャリア信号を送信させるアンテナ切換手段とを有することを特徴とする同期マルチキャリアマルチビーム送信装置。

【請求項 7】 隣接する前記セルとセルの境界に中点を持つ仮想セルを定義したとき、この仮想セルに対して個別にビームを投影する、前記送信しようとするエリアを構成するすべてのセル以上の数の仮想セル用アンテナからなる第 2 のビームアンテナアレーを更に有し、前記アンテナ切換手段は、前記第 1 のビームアンテナアレーを構成するアンテナ及び前記第 2 のビームアンテナアレーを構成する仮想セル用アンテナのうち送信しようとするセルに最も近い位置に指向性のあるアンテナを選択使用して、前記マルチキャリア送信機からのマルチキャリア信号を送信させることを特徴とする請求項 6 記載の同期マルチキャリアマルチビーム送信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は無線通信システム及び同期マルチキャリアマルチビーム送信装置に係り、特

に成層圏に飛行船を滞空させて行う電波中継システムに用いる無線通信システム及び同期マルチキャリアマルチビーム送信装置に関する。

#### 【 0 0 0 2 】

【従来の技術】ディジタルビデオ信号などの比較的大きな情報量を有する情報の伝送は、その情報量に応じた広い周波数帯域を必要とするため、高い周波数のキャリアを用いて伝送するのが一般的である。公共性の高いTV放送などでは、VHF帯やUHF帯が用いられているが、個人利用的な性質が強い加入者系無線通信の分野ではサブミリ波、ミリ波といった高い周波数帯が使用される。

【 0 0 0 3 】 また、従来、ディジタル情報の伝送には、通信型マルチメディアの走りと呼ばれるインターネットが用いられ、ISDN（サービス統合ディジタル網）又はアナログの電話回線にモデムを接続してディジタル情報を伝送するようにしている。しかし、インターネットのデータレートは毎秒数十キロビット程度で、せいぜい静止画程度の情報しか伝送できない。マルチメディアと呼ばれる情報の伝送には、毎秒1～6メガビットの動画像を伝送できるのが望ましく、そのためのインフラストラクチャの構築が望まれている。

【 0 0 0 4 】 光ケーブルを各家庭まで敷設してCATVその他各種の通信サービスを提供する加入者網光化（ファイバ・ツウ・ザ・ホーム（FTH））が機能すれば、動画像を伝送できる程度のビットレートは得られるが、光ケーブルの端末への工事費は極めて高く、30兆円とも見積もられている。これは日本の世帯数を300万世帯とすると、1世帯あたり100万円の出費がかかる計算となる。現時点では、ファイバ・ツウ・ザ・ホーム（FTH）を実現するのはかなり困難である。

【 0 0 0 5 】 また、光ケーブル以外の手段により、毎秒数Mbps程度の伝送レートを確保するための通信手段として、xDSLがある。これは家庭まで配線されているツイストペアの電話線を用いる方法であるが、日本の場合、電話線の特性は非常に大きくばらついており、家庭まで確実に所要の伝送レートを補償することは困難であり、実際面での導入、運用が難しい状況にある。

【 0 0 0 6 】 その面で注目されるのが、気象条件が比較的安定している成層圏（高度約10km～50km）に滞留する飛行船や気球などの飛行体を、衛星通信システムにおける静止衛星中継局のように見なして無線通信を行うようにした無線通信システムである（長谷良裕他、”成層圏無線プラットフォームを用いた高速無線アクセスネットワークの提案”、電子情報通信学会技術報告、SST97-54, RCS97-93(1997-09)）。

【 0 0 0 7 】 この無線通信システムでは、光ケーブルの工事費は個人の宅地近辺で高価につく反面、飛行船等の飛行体に向けた窓に信号が到来するので、飛行船からの電波を受信する装置を設置し、比較的大容量の情報を家

庭内に導き入れることができる。また、この無線通信システムは、飛行船等の飛行体が20km程度の高度に滞空しているので、静止衛星に比べて低高度であり、地上発信端末からの送信電力が静止衛星に比べて小さくて済み、また遅延時間も短いために、複数の無線プラットフォームを多数配備して全国的なマルチメディアネットワークを構築することもできる。

【 0 0 0 8 】 また、従来、上記の成層圏に滞留する飛行体を中継局のように見なして無線通信するシステムにおいて、無線プラットフォーム（空中局）の基準周波数を基準地球局から受けた周波数安定度の高い信号から再生することにより、適用通信システムの要求条件を満たす周波数安定度の信号を移動局等の各ユーザ地上局に送出し得るシステムも知られている（特開平5-259952号公報）。

#### 【 0 0 0 9 】

【発明が解決しようとする課題】しかるに、上記の成層圏に滞留する飛行体を中継局のように見なして無線通信するシステムのうち前者のものは、高速無線ATM網の構築を目的として、1つの成層圏無線プラットフォームが64個程度のマルチビームを投影して、1つのビームのカバー範囲（セル）を地上系セルラシステムと同程度の大きさのセル（約5km四方）としている。

【 0 0 1 0 】 また、上記の成層圏に滞留する飛行体を中継局のように見なして無線通信するシステムのうち後者のものは、各成層圏無線プラットフォーム（空中局）の送信する電波信号の周波数によっては、各空中局の配置条件等により定まる特定の位置で電波信号の干渉が生じるという問題を解決するため、空中局毎に電波信号周波数を異ならしめているので、周波数利用効率が悪いという問題がある。

【 0 0 1 1 】 ところで、現在、一般的に使用されているインターネット通信における情報信号の伝送レートは30～64kbpsである。従って、伝送可能な情報も自然と制限されている。そこで、現行TV放送品質の映像を伝送できる通信網が整備されると高品質インターネットシステムが構築されることとなり、好ましい。そこで、加入者当たり6Mbpsの伝送レートが使用できるような通信網を、成層圏に滞留する飛行体を用いて実現しようとする以下の課題がある。

【 0 0 1 2 】 すなわち、現在考えられている、成層圏に滞留する飛行船などの飛行体に国際的に割り当てられている周波数は、47GHz帯を用いる場合でも、800MHz程度である。仮に変調方式としてQPSKを用いるとき、得られる伝送レートは1.6Mbpsを越えることはできなく、200強の加入者にしかサービスができない。

【 0 0 1 3 】 そこで、エリア分割により周波数を繰り返し用いてより多くの加入者にサービスを提供することが考えられる。その一例として、7周波数を用いる7セル

方式が知られている。しかし、セルの面積をできるだけ小さくすれば、周波数の繰り返し回数を増加できるため、より多くの加入者にサービスを提供することができる。その面からは、飛翔体に搭載するビームアンテナのビーム幅はできるだけ小さくし、多くのセルに分割して使用するのが好ましい。

【0014】一方、成層圏に滞留する飛翔体を中継局のように見なして無線通信するシステムでは、成層圏では偏西風が吹いているため、飛翔体をその偏西風に対抗して移動し、地球に対しては、如何に精度良く静止させるように制御、運行するための位置制御の技術が研究開発されている。

【0015】しかし、飛翔体を地球に対して精度良く静止させるためには、飛翔体の位置制御に大きなエネルギーを必要とするのに対し、飛翔体が太陽電池より得られるエネルギー量にはおのずと制限があるため、飛翔体の位置制御にもおのずと限界がある。

【0016】本発明は以上の点に鑑みなされたもので、飛翔体に対する位置制御にそれほどの精度を必要としなくても、周波数を有効に利用し得る無線通信システム及びマルチビームアンテナアレーを用いる同期マルチキャリアマルチビーム送信装置を提供することを目的とする。

【0017】また、本発明の他の目的は、より高い伝送レートによる高品質のマルチメディアの通信網を構築し得る無線通信システム及び同期マルチキャリアマルチビーム送信装置を提供することにある。

【0018】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため、本発明システムは、成層圏に滞留する飛行船等の飛翔体から高周波数帯でデジタル情報信号を地上へ無線送信する無線通信システムにおいて、互いに異なる周波数の信号を受信する地上の受信領域である複数のセルからなるエリアを、隣接するエリアのセル同士も異なる周波数の信号を受信するように繰り返して用いる配置とし、複数の加入者系データを、エリア内の複数のセルに対応した数で、高周波数帯の互いに異なる周波数のマルチキャリア信号に変換し、これら複数のマルチキャリア信号を一組としたとき送信しようとするエリアの数の組数だけ複数のマルチキャリア信号を生成して、送信しようとするエリアを構成するすべてのセルに個別にビームを投影して送信するに際し、送信しようとするエリアを構成するすべてのセル以上の数のビームアンテナの方向を検出し、ビームアンテナのうち送信しようとするセルに最も近い位置に指向性のあるビームアンテナを選択使用して、飛翔体から送信しようとするエリアを構成するすべてのセルにマルチキャリア信号を送信するものである。

【0019】この発明では、ビームアンテナのうち送信しようとするセルに最も近い位置に指向性のあるビーム

アンテナを選択使用することで、飛翔体の位置に応じてアンテナのビーム方向を補正して送信しようとするエリアを構成するすべてのセルに個別にマルチキャリア信号を送信することができる。

【0020】また、本発明システムは、隣接するセルとセルの境界に中点を持つ仮想セルを定義し、ビームアンテナに加えて、送信しようとするエリアを構成するすべてのセル以上の数の仮想セル用ビームアンテナを用意し、ビームアンテナ及び仮想セル用ビームアンテナのうち、送信しようとするセルに最も近い位置に指向性のあるビームアンテナ又は仮想セル用ビームアンテナを選択使用して、飛翔体から送信しようとするエリアを構成するすべてのセルにマルチキャリア信号を送信することを特徴とする。この発明では、1セル分以下、あるいは1セル分を越えるようなセルに対するビームの位置誤差があっても、これに対応したビーム方向の補正ができる。

【0021】また、本発明は、ビームアンテナの選択使用に代えて、ビームアンテナのうち複数のビームアンテナに同時に同一のマルチキャリア信号を供給し、これら複数のビームアンテナの合成ビームにより、送信しようとするエリアを構成するすべてのセルにマルチキャリア信号を送信することを特徴とする。この発明では、仮想セル用ビームアンテナを用いることなく、1セル分以下、あるいは1セル分を越えるようなセルに対するビームの位置誤差があっても、これに対応したビーム方向の補正ができる。

【0022】また、マルチキャリア信号はガードインターバル期間を有しており、ビームアンテナを選択使用の切り換えは、ガードインターバル期間を用いて行うことが、ビームアンテナ切換時に生じる信号の不連続性によるデータ誤りの発生を少なくできるので望ましい。

【0023】更に、本発明送信装置は、上記の本発明の無線システムを実現できる構成としたもので、互いに異なる周波数の信号を受信する地上の受信領域である複数のセルからなるエリアを、隣接するエリアのセル同士も異なる周波数の信号を受信するように繰り返して用いる配置としたとき、本装置に搭載されるビームアンテナアレーのビーム数は、送信しようとするエリアを構成するすべてのセル以上の数だけ設けられており、送信しようとするエリアを構成するすべてのセルそれぞれに個別にビームを投影するアンテナの集合体である第1のビームアンテナアレーと、複数の加入者系データを、エリア内の複数のセルに対応した数で、高周波数帯の互いに異なる周波数のマルチキャリア信号に変換し、これら複数のマルチキャリア信号を一組としたとき送信しようとするエリアの数の組数だけ複数のマルチキャリア信号を生成するマルチキャリア送信機と、第1のビームアンテナアレーによるセルに対するビーム投影位置とセルとの位置ずれを検出するアンテナ方向検出手段と、アンテナ方向検出手段の検出結果に基づき、第1のビームアンテナ

レーを構成するアンテナのうち送信しようとするセルに最も近い位置に指向性のあるアンテナを選択使用して、マルチキャリア送信機からのマルチキャリア信号を送信させるアンテナ切換手段とを有することを特徴とする。

【0024】飛行船等の飛翔体（以下、飛行船で説明する）を用いて行う加入者に対する通信では、ビーム毎に信号の送信、受信を行うように構成すると、1ビームがカバーする加入者に対する合計の伝送レートをまかなう容量を持っている必要がある。飛行船にはサーバーが搭載されているため、大きな伝送容量にたいするサーバーの処理能力を向上させるのはそれほど難しいことではない。

【0025】変調方式としては、マルチキャリアを用いているので、通信速度を低めに保ち、時分割による送信、受信の切り換えができ、端末側での信号速度は必要以上に速くないため、ハードウェアへの負担もあまり大きくしないで設定できる。マルチキャリアによる通信では、キャリア毎に多値QAMのレベルを設定できる。

【0026】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態について図面と共に説明する。図1は本発明になる同期マルチキャリアマルチビーム送信装置の一実施の形態のブロック図、図2は本発明の一実施の形態における電波の指向性説明図を示す。この実施の形態の無線通信システムは、前述した成層圏無線プラットフォームと同様に、図2に示すように、高度20km程度の成層圏に飛行船11を滞空させ、飛行船11中には大容量の通信装置、ATM（非同期転送モード）交換機、大容量のATMネットワークに接続されるサーバー、本発明になる同期マルチキャリア送信装置を搭載しており、地上局と無線通信を行う。

【0027】この無線通信システムは、光ケーブルにより実現しようとするマルチメディア高度化社会を、無線系により実現させようとするもので、自由空間を伝送路として使用するため、伝送歪みも少なく、静止衛星に比べて飛行船11が低空に滞空しているため、遅延時間も少なく、更に実現するための費用がFTTHなどに比べて低廉であるなどの、従来の無線プラットフォームを用いた無線通信システムと同様の特長をそのまま有している。

【0028】更に、この実施の形態では上記の特長に加え、周波数の有効利用も以下の方法で実現している。ここでは、使用周波数をサブミリ波、ミリ波帯とし、周波数帯域としては、800MHz程度を確保している。また、マルチメディアが必要とする伝送帯域は、加入者あたりMPEG-2のメインレベルが必要とする6Mbps以上を確保したい。仮に、伝送周波数として47GHz帯を使用する場合、直径10cmのパラボラアンテナは指向性として半値角5度を実現する。このため、このパラボラアンテナを使用した場合、飛行船11の真下で

は、図2に示すように、直径1.7kmのエリア12で通信ができ、飛行船11に対する仰角が45度の地点（距離は28km）での角度が5度であるサービスエリア13は、短軸が2.5kmで長軸が3.5kmの楕円状となる。

【0029】すなわち、通信に用いる周波数が共通であっても、異なった複数のエリアに存在する加入者に対してサービスができることになる。すなわち、この実施の形態では、後述するように飛行船11に複数の指向性の異なるアンテナを搭載して、地域的に分割して通信を行うことにより、周波数の有効利用を図るものである。

【0030】図3は飛行船11に搭載されるパラボラアンテナレーが地上に投影する送信波のビームパターンの配置を示す。ここに示すそれぞれのビームで異なった加入者に対するサービスを行うが、隣接するビーム同士は、お互いの干渉を防ぐため異なった周波数によって通信を行う必要がある。すなわち、隣接するエリアでは同一の周波数を使用しないものとする、複数の周波数のセットが必要となる。例えば、図3中、中心に黒く塗り潰したエリア15とそれに隣接する6つのエリアではそれぞれ異なる周波数を利用することになる。

【0031】また、この実施の形態では、互いに異なる周波数の信号を受信する地上の受信領域である複数のセルからなるエリアを、隣接するエリアのセル同士も異なる周波数の信号を受信するように繰り返して用いる配置とする。すなわち、図4は本発明の一実施の形態における7波7セル繰り返しの周波数繰り返しの配置を示す。図4中、一つの六角形が一つのセルで、数字はセル番号を示す。同一セル番号のセルに対しては同一周波数で、異なるセル番号のセルに対しては異なる周波数を使用して無線通信する。隣接するセル同士は異なる周波数を使用するものとする、太い実線で囲んだセル番号1~7の7つのセルからなるエリアを、隣接するエリアのセル同士も異なる周波数の信号を受信するように繰り返して用いる配置とする。

【0032】すなわち、図4の例では、7種類の周波数が必要となることを示している。これは、各セルで異なる情報の伝送を行う加入者系システムでは、程度の差こそあれ、それだけ周波数が必要であることが分かる。このようなセル配置自体は従来から移動通信の分野では知られているが、この実施の形態では、各セルにパラボラアンテナからのマルチキャリア信号を個別に送信するものである。なお、図3の一つのエリアは図4では一つのセルに対応する。図4では、7つのセルからなる繰り返し単位をエリアと称している。

【0033】このように構成されるセルの中で、現行放送グレードの映像を含むマルチメディア信号を伝送するケースを考える。MPEG-2のメインレベル程度の信号を伝送するときは、伝送レートとして前記したように6Mbpsは最低必要である。仮にQPSK変調された

情報信号を 6 Mbps で伝送しようとするときは、伝送に必要な周波数帯域は誤り訂正用データを含めると 5 MHz 程度は必要になる。

【0034】それぞれのビーム毎に（セル毎に）MPEG-2 のメインレベルのサービスを 1 加入者あたり行おうとするとき、ここで必要となる周波数は 35（ $=5 \times 7$ ）MHz、これを双方向で確保しようとするときは 70 MHz が必要となる。仮に、700 MHz の周波数帯域しか確保できないときは、片方向のサービスのみを考える場合でも、エリア当たり 20 端末までとなってしまう。

【0035】この状況を対策するため、可能な限り小さなセルを用いて通信するようにする。しかし、それにつれて、送受信に使用される電波のビーム幅も狭くなり、飛行船に揺れが生じるとビームがセルから外れてしまい、伝送路の減衰量が大きくなり、また、同一周波数で送信される近隣セル用信号からの干渉を受けるなど好ましくないため、この実施の形態では後述する対策を講じている。

【0036】次に、本実施の形態の無線通信システムに用いる変復調システムについて説明する。マルチビームにより個々の加入者系にサービスを行う場合、隣り合う 7 つのエリア（ビーム）同士の信号は分離可能な状態で伝送する必要がある。分離する手法としては、時間分割、周波数分割、符号分割がある。時間分割及び符号分割の場合、周波数分割に比して復調回路の動作時間を高速に設定する必要があるため、6 Mbps の動画信号を扱おうとするとき、あまり良い方式とはいえない。そこで、周波数分割によりこれらの機能を実現する方法を採用する。

【0037】周波数分割では、その変調信号の構成はマルチキャリアによるものとし、互いのマルチキャリア同士に直交性を保つため、シンボル期間を設け、それを同一な期間とする。すなわち、周波数分割多重される多数のキャリアを一つの情報信号で分散して変調したマルチキャリア信号を生成するに当たり、変調信号となる情報信号内容を示すデジタルデータ列を配置するシンボル期間を、各マルチキャリア信号で同一とする。

【0038】また、周波数分割の方法としては、以下の 2 通りがある。第 1 の周波数分割方法は、図 5 に示すように、伝送可能な全周波数帯域を 21～27 で示す分割周波数帯域に、7 分割する方法である。なお、ここでは、7 分割を一例としてあげているが、分割数は適用するシステムに応じて決まり、これに限定されるものではないことは勿論である。

【0039】第 2 の周波数分割方法は、図 6（a）に示すように、伝送可能な全周波数帯域を、所定の周波数間隔（例えば、100 kHz 間隔）で複数のキャリアが並べられており、実際の送信は、図 6（b）に示すように、複数本おき毎のキャリアを全部で複数本（図 6

（b）の例では、9 本）用い、それらをデジタルデータで分散して変調し、かつ、多重して送信する方法である。この第 2 の周波数分割方法では、全周波数帯域で伝送するキャリア総数が、例えば使用する全周波数帯域を所定の周波数間隔で並べられる  $p \times q$ （ただし、 $p \leq q$ ）本のキャリアのうち、 $q$  本毎のキャリアからなる互いに異なる全部で  $p$  組のキャリア群が得られるので、各組のキャリア群を一つのマルチキャリア信号として多重する方法である。換言すると、繰り返し周波数の数を  $r$ 、送信セル番号を  $s$  としたとき、 $s, r+s, 2r+s, \dots, nr+s$  となるような番号のキャリアからなるマルチキャリア信号を送信セル番号  $s$  のセルに割り当てる。

【0040】図 5 の第 1 の周波数分割方法に比べて、図 6 に示す第 2 の周波数分割多重方法の方が、広い周波数帯域で伝送するため、周波数選択性のフェージングに対して若干有利である。すなわち、図 5 の第 1 の周波数分割方法では、所定キャリア周波数が逆相のマルチパスの影響で打ち消され、急激なレベル低下がある時、周波数的に隣接するキャリアのレベルも大きな減衰を受けている可能性が高い。復号すべきキャリアのうちの一部がダメージを受けた場合は、誤り訂正の手法により消失したデータの復元ができるが、多くのキャリアが同時にダメージを受けた場合は、誤り訂正の手法ではデータの復元が困難である。このような意味で、図 6 による第 2 の周波数分割方法には、周波数インターリーブの効果があり、周波数選択性のマルチパスフェージングに対して有利である。

【0041】以上、エリアを限定して行う加入者系の無線伝送について説明したが、本発明の実施の形態では、これに加えて、指向性パターンを鋭いビームアンテナを用い、飛行船の揺れに伴いビームの方向も変化するが、その時点でビームアンテナを切り換え、ビームの方向は常に通信を対象とするセルに向けられるよう構成したものである。

【0042】次に、本発明になる同期マルチキャリアマルチビーム送信装置の一実施の形態について、図 1 のブロック図と共に説明する。この実施の形態は、成層圏に滞留する飛行船 11 に搭載されており、全部で  $k$  個のマルチキャリア送信機  $1_1 \sim 1_k$  と、アンテナ方向検出器 8 と、アンテナ切換制御回路 9 と、アンテナ切換器 10 と、アンテナ切換器 10 を介してマルチキャリア送信機  $1_1 \sim 1_k$  に個別に接続される指向性の鋭い、全部で  $k+2$  個の第 1 のパラボラアンテナ  $18_0 \sim 18_{k+1}$  と、アンテナ切換器 10 を介してマルチキャリア送信機  $1_1 \sim 1_k$  に個別に接続される指向性の鋭い、全部で  $k+2$  個の第 2 のパラボラアンテナ  $20_0 \sim 20_{k+1}$  とよりなる。

【0043】なお、パラボラアンテナ  $18_0 \sim 18_{k+1}$  は第 1 のビームアンテナアレーを構成し、パラボラアンテナ  $20_0 \sim 20_{k+1}$  は第 2 のビームアンテナアレーを構成

している。これら第1及び第2のビームアンテナアレーは図1では説明の簡略化のため1次元配置としているが、実際には2次元配置とされることは勿論である。

【0044】マルチキャリア送信機 $1_i \sim 1_k$ はそれぞれ同一構成であり、インタフェース回路 $2_i \sim 2_k$ 、多周波数発振器 $3_i \sim 3_k$ 、制御回路 $4_i \sim 4_k$ 、加算器 $5_i \sim 5_k$ 、DA変換器 $6_i \sim 6_k$ 、周波数変換器 $7_i \sim 7_k$ とから構成されている(図1では、マルチキャリア送信機 $1_i$ のみ構成を代表して図示している。)。これらのマルチキャリア送信機 $1_i \sim 1_k$ は、通常は互いに異なる加入者系データが入力されるが、同一情報が入力されてもよい。これらの加入者系データは、地上局から送信されたデータであるが、書き換え可能な記憶媒体などに記憶しておいたデータを用いることもできる。

【0045】また、この実施の形態では、アンテナ方向検出器8によりパラボラアンテナ $18_i \sim 18_k$ とパラボラアンテナ $20_i \sim 20_k$ の方向を検出し、その検出信号をアンテナ切換制御回路9に供給する。アンテナ切換制御回路9は入力検出信号に応じてアンテナ切換器10を制御し、マルチキャリア送信機 $1_i \sim 1_k$ の出力端をパラボラアンテナ $18_i \sim 18_k$ のうちの $k$ 個、又はパラボラアンテナ $20_i \sim 20_k$ のうちの $k$ 個に選択接続させる。

【0046】アンテナ方向検出器8は、地上に設けられた基準信号発信局からの基準信号を受信するための指向性の鋭い基準信号受信用ビームアンテナと、基準信号発信局の周辺のエリアに対して指向性が設定された指向性の鋭い複数の周辺エリア用ビームアンテナと、これらのビームアンテナから受信信号を得た後、それらの信号レベルを比較し、その比較結果に応じたアンテナ方向を計算して検出信号を出力する回路部とから構成されている。

【0047】例えば、図3において、黒丸で示してある地上のエリア15に、基準信号発信局を設置した場合、アンテナ方向検出器8の基準信号受信用ビームアンテナはエリア15の基準信号発信局からの信号を最大レベルで受信できるように向きが設定されており、アンテナ方向検出器8の他のビームアンテナは、エリア15を囲む6つのエリアにその指向性方向がそれぞれ別々に設定された6つのビームアンテナ、更にはそれら6つのエリアの更に外周の12あるエリアに対してその指向性方向がそれぞれ別々に設定された12のビームアンテナからなる。この場合、飛行船11の位置が正規の位置にあるときは、基準信号受信用ビームアンテナから最大レベルで基準信号を受信でき、他の周辺のビームアンテナからは基準信号の受信レベルは弱く、受信信号レベルは所定の閾値以下である。

【0048】次に、この実施の形態の動作について説明する。図1において、第1チャンネルの加入者系データは、マルチキャリア送信機 $1_i$ 内のインタフェース回路

$2_i$ にシリアルに入力され、ここでシンボル期間毎に伝送できる量のデータが取り込まれて $m$ ビット $\times n$ 列のパラレル信号に変換された後、少なくとも $n$ 個並列に配置された発振器からなる多周波数発振器 $3_i$ 内の各発振器に $m$ ビットの信号が制御信号としてそれぞれ入力される。

【0049】制御回路 $4_i$ は、多周波数発振器 $3_i$ のうちの発振出力を生じさせるかを、入力される信号内容に応じて制御する。例えば、送信するマルチキャリア信号が16QAMで変調された信号であるとする、制御回路 $4_i$ は4ビットの入力加入者系データに基づいて、多周波数発振器 $3_i$ 内の16個( $m=1, n=16$ )の発振器のうちのどの発振器を動作させるかを決定する。これにより、多周波数発振器 $3_i$ からは16QAM信号に等価な変調器出力信号として取り出される。

【0050】このようにして、多周波数発振器 $3_i$ からは送信されるキャリア数(ここでは $n$ 本)に対して、その多値化の状態が必要とする発振信号の種類の情報を有しており、 $m$ ビットの入力信号で所定の変調方式で変調された変調波を、 $n$ 本の変調されたキャリアで分散して出力する。なお、各キャリアの同一のシンボル期間は同一のデータで変調され、各キャリアの周波数間隔はシンボル同期周波数の整数倍となるように設定されている。

【0051】多周波数発振器 $3_i$ から取り出された $n$ 本の変調されたキャリアは、加算器 $5_i$ で周波数分割多重されて一つの多重信号(マルチキャリア信号)とされた後、DA変換器 $6_i$ によりデジタル・アナログ変換されてアナログ信号とされ、更に周波数変換器 $7_i$ に供給されてミリ波帯に周波数変換されてアンテナ切換器10に入力される。

【0052】他のマルチキャリア送信機 $1_i \sim 1_k$ も同様に、個々の加入者用の加入者系データをそれぞれ別々にマルチキャリア信号に変換し、更にミリ波帯に周波数変換してアンテナ切換器10に入力する。マルチキャリア送信機 $1_i \sim 1_k$ から出力される全部で $k$ 個のマルチキャリア信号は、同じミリ波帯ではあるが互いに周波数帯域が異なり、またそれぞれ図6に示した第2の周波数分割多重方法による複数チャンネルのOFDM信号からなる。

【0053】図1に示した同期マルチキャリアマルチビーム送信装置が搭載されている飛行船の位置が正規の位置にあることがアンテナ方向検出器8により検出されている場合は、アンテナ方向検出器8の出力検出信号に基づきアンテナ切換制御回路9が、マルチキャリア送信機 $1_i \sim 1_k$ の各出力マルチキャリア信号をパラボラアンテナ $18_i \sim 18_k$ にそれぞれ供給するようにアンテナ切換器10を制御する。

【0054】これにより、パラボラアンテナ $18_i \sim 18_k$ からそれぞれマルチキャリア信号が無線送信され、地上に $k$ 個の異なる幅の狭いビームパターンを投影し、

10

20

30

40

50

そのビームパターンの位置する  $k$  個のセルに対してマルチキャリア信号の形態で加入者系データを送信する。ここで、上記の  $k$  を "7" とした場合、図 4 に示した 7 つのセルからなる 1 つの繰り返しエリアに対してマルチキャリア信号の形態で加入者系データを送信できる。

【0055】ここで、偏西風など何らかの理由により飛行船の位置に誤差が生じ、搭載されるアンテナの指向性がそれぞれのセルに対して 1 セル分の位置ずれが生じたことがアンテナ方向検出器 8 により検出された場合は、アンテナ方向検出器 8 の出力検出信号に基づき、アンテナ切換制御回路 9 が、位置誤差方向に応じてその位置誤差を補正するようにマルチキャリア送信機  $1_1 \sim 1_k$  の各出力マルチキャリア信号をパラボラアンテナ  $18_0 \sim 18_{k-1}$ 、又はパラボラアンテナ  $18_2 \sim 18_{k-1}$  にそれぞれ供給するようにアンテナ切換器 10 を制御する。

【0056】これにより、飛行船の位置に誤差が生じても、パラボラアンテナ  $18_0 \sim 18_{k-1}$ 、又はパラボラアンテナ  $18_2 \sim 18_{k-1}$  から送信されたマルチキャリア信号は、飛行船が正規の位置にあるときと同じ所定の  $k$  個のセルに対して幅の狭いビームパターンを投影し、それら  $k$  個のセルに対してマルチキャリア信号の形態で加入者系データを送信できる。

【0057】ここで、所定の  $k$  個のセルへの電波の放射を、第 1 のビームアンテナアレーを構成するパラボラアンテナ  $18_0 \sim 18_{k-2}$  のうち、その所定の  $k$  個のセルに一番近い指向性を有するアンテナを用いて送信する場合について説明したが、位置ずれ量が 1 セル分である時は都合が良いが、1 セル分に満たない時や 1 セル分を越える時はセルの大きさの半分の誤差を生じてしまう。そこで、更に近いビームを得るために、この実施の形態では複数のセルにまたがる第 2 のセル配置を定義し、それに相当する指向性を有する第 2 のパラボラアンテナ  $20_0 \sim 20_{k-2}$  からなる第 2 のビームアンテナアレーをも用いてビーム方向の修正を図る。

【0058】図 7 は第 2 のビームアンテナアレーが有する仮想のセル配置についての説明図を示す。すなわち、第 2 のセル配置は、第 1 のセル配置における 3 つのセルにまたがるような位置関係にセルを定義する。図 7 中、数字 1 ~ 7 の各セルが第 1 のビームアンテナアレー用セル配置であり、一方、太線 18 が第 2 のビームアンテナアレーの第 1 セル（仮想セル）の位置を示す。この第 2 のビームアンテナアレーの第 1 セル（仮想セル）18 の位置は、第 1 のビームアンテナアレーの第 1、第 3、第 7 の各セル上に定義され、それぞれのセルに等しい面積ずつまたがって配置されている。このように、第 2 のビームアンテナアレーのセル配置は、第 1 のビームアンテナアレーの 3 つのセルの間にまたがる新しいセルと定義される。

【0059】飛行船に搭載されるパラボラアンテナを切り換えながら、最も近い指向性を与えるアンテナから電

波を発射させる場合、第 1 のビームアンテナアレー用セル配置のみを用いると、半セル分位置がずれてしまうことがある。同一周波数で電波が発射される 2 つの隣の離れたセルから発射される電波に対して、セルの境界近くにも位置する加入者に対しても良好な D/U 比を得るためにも細かなアンテナの指向性を調整できることは重要である。

【0060】上記のように第 2 のビームアンテナアレー用セル配置を定義し、第 1 及び第 2 のビームアンテナアレーのうち、最も近い指向特性を有するビームアンテナアレーを特定して通信に用いるようにすれば、同一周波数で送信される 2 セル離れた隣接アンテナよりの妨害信号も減少することができ、周波数を有効に利用する無線通信ネットワークを構築することができる。

【0061】アンテナ方向検出器 8 は、基準信号受信用ビームアンテナとそれに隣接する 2 つのセルに対して最大指向性のある 2 つの周辺セル用ビームアンテナからの各基準信号受信レベルが略同様のレベルであるときは、上記の半セル分のずれがあると検出し、アンテナ切換制御回路 9 により、位置誤差方向に応じてその位置誤差を補正するようにマルチキャリア送信機  $1_1 \sim 1_k$  の各出力マルチキャリア信号をパラボラアンテナ  $20_0 \sim 20_{k-1}$ 、又はパラボラアンテナ  $20_2 \sim 20_{k-1}$  にそれぞれ供給するようにアンテナ切換器 10 を制御する。

【0062】ビームアンテナアレーの位置誤差が少ない時には、2 つ以上の基準信号発信局を配置することにより、位置誤差と角度誤差の補正を行い、ビームアンテナアレーの位置合わせを行うことができる。このようにして、飛行船の位置ずれ量が 1 セル分に満たない時や 1 セル分を越える時でも、パラボラアンテナ  $20_0 \sim 20_{k-1}$  を適宜切り換えることにより、セルの大きさの半分の誤差を補正して所望の  $k$  個のセルに対してよりシャープなビームを投影してマルチキャリア信号を送信できる。これにより、周波数の繰り返し回数を増やすことができる（繰り返しエリアの面積を小さくできる）ので、周波数の有効利用を実現できる。

【0063】図 1 では送信装置に対して 1 ずつ多いビームアンテナを切り換えて用いる例について示したが、更に多くのビームアンテナを用いると、アンテナの位置ずれが大きくなった時でも、2 セル分、3 セル分、と複数セル分離れた位置のビームアンテナに接続することにより、より大きな位置ずれの補正を行えることは明白である。

【0064】ここで、本発明では、マルチキャリアを用いて、変調信号の速度を落としている。短時間ではあるが、ビル街での送受信時に使用するマルチパスに対して、マルチキャリア信号にガードインターバル期間を設けてマルチパスの影響を軽減するようにしている。すなわち、マルチキャリア信号（OFDM 信号）は、伝送シ

ンボル単位でデータ伝送を行い、各伝送シンボルは有効シンボル期間とマルチパスの影響を軽減するためのガードインターバル期間とからなることは良く知られている。

【0065】飛行船の位置がずれたときにアンテナ切換制御回路9の制御の下で行われるアンテナ切換器10によるパラボラアンテナ18。～18、1、20。～20、の切換選択は、送信するマルチキャリア信号のガードインターバル期間中に行い、アンテナ切換時に生じる不連続信号に対しても、伝送信号中に誤り成分が混入されないように配慮している。

【0066】このように、この実施の形態では、飛行船に使用が許可される周波数帯を、サービスを受けるべき全加入者がそれぞれの異なるデジタル情報の多様な送受信を行うことができる。光ケーブルの敷設では1所帯当たり100万円程度の工事費用が発生するが、飛行船による通信方式ではその1桁下程度の設備負担により、日本全土をマルチメディア通信網でネットワークを組むことが可能になる。

【0067】なお、本発明は上記の実施の形態に限定されるものではなく、その他種々の変形例が考えられるものである。例えば、47GHzで動作する出力信号を、ロスを少なくしつつ接続すべきアンテナを切り換えるのは難しい。そこで、ミリ波送信機とビームアンテナを一体とした送信ユニットを多数配置し、その入力信号を切り換える方法もある。

【0068】また、第1のビームアンテナアレーに対してセルが補完的な位置に対応する第2のビームアンテナアレーについて説明したが、この特性は、第1のビームアンテナアレーを構成する複数のパラボラアンテナから同時に送信を行うことにより、擬似的にその特性を実現するようにしてもよい。例えば、図7に示した仮想セル25に対しては、第1、第3、第7のセルへ向けて3つのパラボラアンテナから同時に送信することにより、これらの3セルの交点に向けたビームの信号を発射できる。同様に、2つのセルの中間の位置に向けるビームは、2つのパラボラアンテナに送信出力を供給することにより実現できる。ただし、多くのアンテナを合成して作られるビームの半値幅は小さくなるので、その影響も考慮しつつ運用する必要がある。

【0069】別の応用として、常に複数のビームアンテナに同時給電し、ビーム幅を小さくし、より周波数の繰返し回数を増加させる方法もある。更に、ミリ波帯における空中線の切り換えは、技術的に困難な場合もあり、比較的低い周波数で動作する送信機の入力、及び送信周波数帯を切り換え、アンテナを切り換えたと同じ効果を与えることもできる。

【0070】また、上記の実施の形態では、パラボラアンテナは簡単のため9つとして説明したが、図4に示すように、セルが全部で49(=7×7)ある場合は、加

入者系データ用のマルチキャリア送信機及びパラボラアンテナはそれぞれ49以上ずつ必要であり、ビームアンテナアレーは49個を越えるパラボラアンテナから構成される。実際は100以上のマルチキャリア通信装置と、それに対応するマルチビームアレーが用いられる。

【0071】また、基準信号発信局は、飛行船の位置だけでなく、飛行船の回転も検出する必要があるもので、所定距離だけ離れた2局設置する必要がある、より好ましくは、三角形の各頂点に位置するように3個所の位置に基準信号発信局を設置することが望ましい。この場合、アンテナ方向検出器8内のビームアンテナアレーの組数は、基準信号発信局の数に応じた数とされることは勿論である。

【0072】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、飛行船等の飛翔体に大容量の通信装置、大容量のATMネットワークに接続されるサーバーを搭載し、加入者系データをマルチキャリア送信機により、マルチキャリア信号に変換して複数のアンテナに供給して、絞り込んだビームにより複数のセルへ個別に送信を行い、飛行船等の飛翔体に搭載されるビームアンテナに位置ずれが生じた場合、アンテナを切り換え、又は複数のビームアンテナに同時に同一のマルチキャリア信号を供給することによりビーム補正を行い、正しいビーム位置になるように制御するため、よりシャープなビームを用いることができ、周波数の繰返し回数を増やせるなど、周波数の有効利用を図ることができ、よって効率的な周波数帯の運用を図ることができ、より高い伝送レートによる高品質な映像信号を含むマルチメディアの通信網を構築することができる。

【0073】また、本発明によれば、送信信号の変調方式としては、マルチキャリアを用いているので、通信速度を低めに保ち、時分割による送信、受信の切り換えができ、端末側での信号速度は必要以上に速くないため、ハードウェアへの負担もあまり大きくしないで設定でき、また、キャリア毎に多値QAMのレベルを設定するため、通信する相手が移動局であるか、固定局であるかにより情報のレベルを設定しながら伝送を行うことができる。

【0074】更に、本発明によれば、ガードインターバル期間により、遅延信号からの干渉を軽減でき、ビームアンテナ切換時に生じる信号の不連続性によるデータ誤りの発生を少なくすることかできるなど、安定なマルチメディア用通信網を実現することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明になる同期マルチキャリアマルチビーム送信装置の一実施の形態のブロック図である。

【図2】本発明になる無線通信システムの一実施の形態の概略構成図である。

【図3】地上に投影されたビームパターンの一例を示す

図である。

【図 4】 7セルに対して7つの周波数を繰り返し用いるセル配置図である。

【図 5】 周波数を周波数帯域毎に分割する方法の説明図である。

【図 6】 所定周波数間隔の周波数を用いることで周波数を分割する方法を説明する図である。

【図 7】 7周波数繰り返し7セル配置に対してその中間に位置するセルを説明する図である。

【符号の説明】

- 1、～1、 マルチキャリア送信機
- 2、 インタフェース
- 3、 多周波数発振器
- 4、 制御回路
- 5、 加算器
- 6、 D A変換器
- 7、 周波数変換器

4、 制御回路

5、 加算器

6、 D A変換器

7、 周波数変換器

8 アンテナ方向検出器 (アンテナ方向検出手段)

9 アンテナ切換制御回路 (アンテナ切換手段)

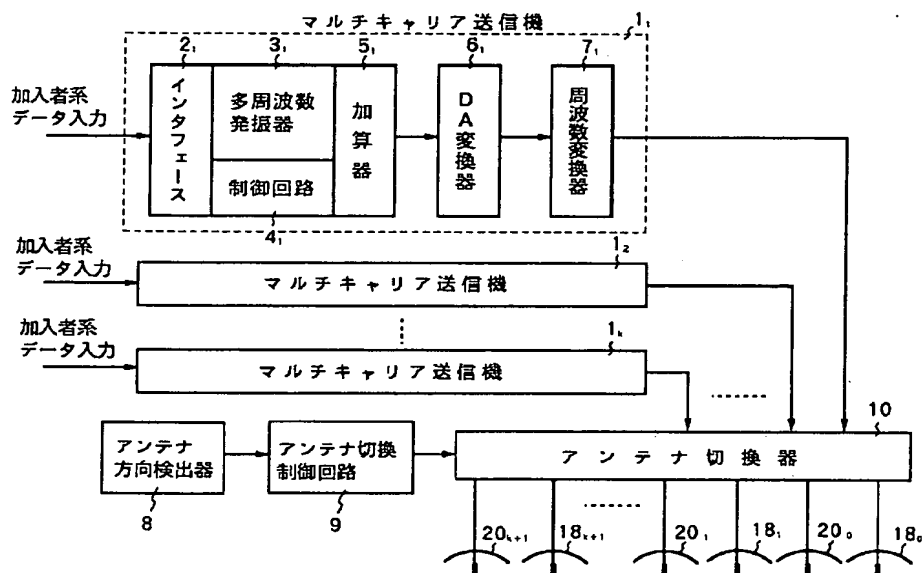
10 アンテナ切換器 (アンテナ切換手段)

11 飛行船

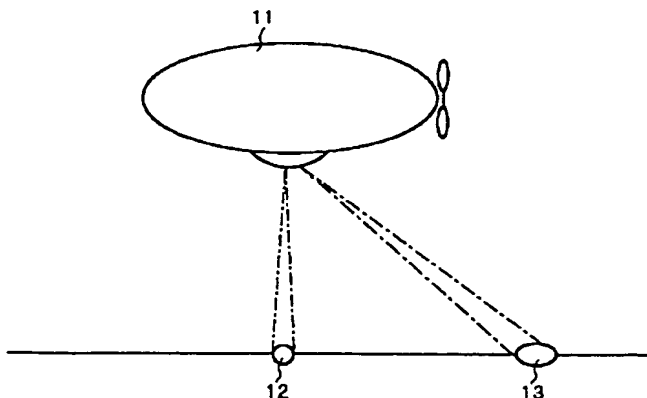
18、～18、 パラボラアンテナ (第1のビームアンテナアレー)

20、～20、 パラボラアンテナ (第2のビームアンテナアレー)

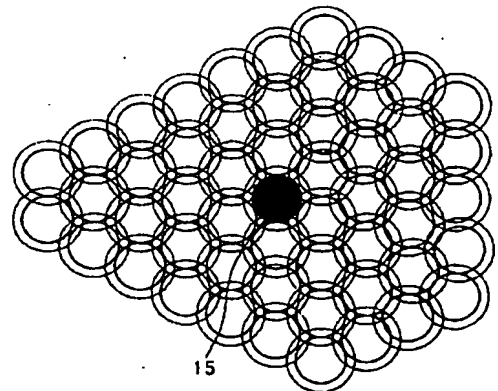
【図 1】



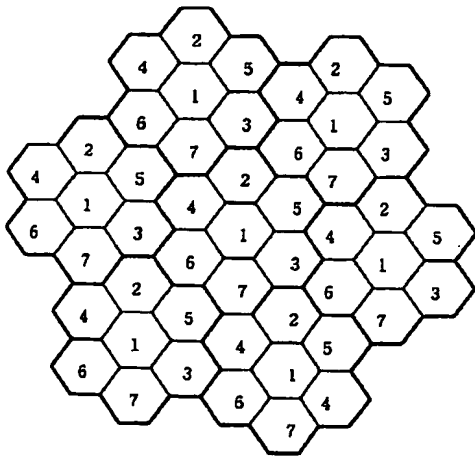
【図 2】



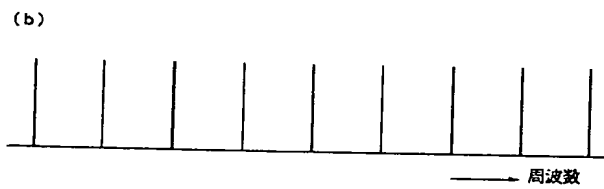
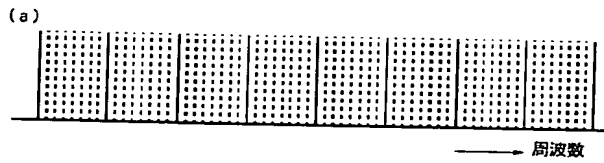
【図 3】



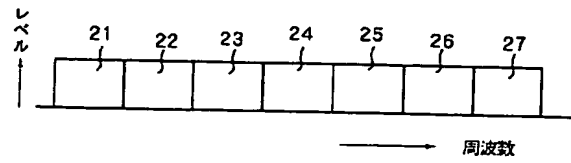
【図 4】



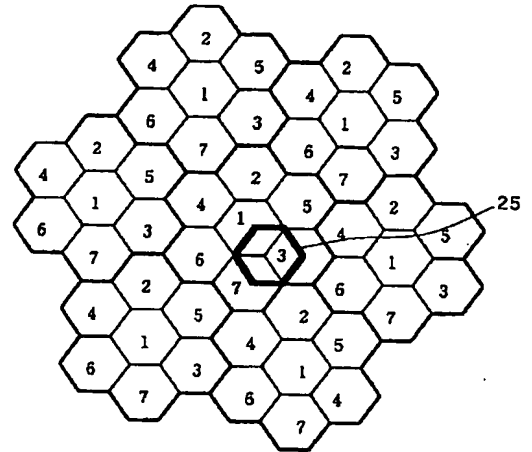
【図 6】



【図 5】



【図 7】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**